

**FACULDADE DE SETE LAGOAS – FACSETE**

**Beatriz Elane de Almeida Lacerda**

**O USO DOS PRINCIPAIS SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO FINAL NO  
DESBRIDAMENTO DE CANAIS RADICULARES**

**São Paulo**

**2022**

**Beatriz Elane de Almeida Lacerda**

**O USO DOS PRINCIPAIS SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO FINAL NO  
DESBRIDAMENTO DE CANAIS RADICULARES**

Monografia apresentada ao curso de especialização *Lato Sensu* da Faculdade Sete Lagoas – FACSETE, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Endodontia.

Orientador: Prof. Nilton Cavalcante Cunha

Área de concentração: Odontologia

**São Paulo**

**2022**

**FACULDADE SETE LAGOAS – FACSETE**

**Beatriz Elane de Almeida Lacerda**

**O USO DOS PRINCIPAIS SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO FINAL NO  
DESBRIDAMENTO DE CANAIS RADICULARES**

Monografia apresentada ao curso de especialização *Lato Sensu* da Faculdade Sete Lagoas – FACSETE, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Endodontia.

Área de concentração: Odontologia

Aprovada em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ pela banca constituída dos seguintes professores:

---

Prof. Nilton Cavalcante Cunha - Esfera Centro Odontológico

---

Prof. Dr. Sérgio Koiti Kamei - Esfera Centro Odontológico

---

Prof. Dr. Sérgio Toshinori Maeda - Esfera Centro Odontológico

São Paulo, 28 de Julho de 2022

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por Seu amor incondicional.

Ao Professor Nilton Cavalcante Cunha, pelo apoio e orientação.

Aos Professores Dr.Sérgio Toshinori Maeda, Dr. Sérgio Koiti Kamei, Ricardo Chein Massud, Paula Cristina Augusto Cardoso, Keiji Nishikawa, Roberto Tadashi Misuno e Bruna Strabeli dos Santos, pela constante atenção.

Aos amigos, Maria Aparecida Souza Alves, Tamires Bezerra de Sá Policarpo, Allan Kenji Masuda, Gabriel Shoiti Suzuki Takase, pelo companheirismo.

Aos pacientes, pela confiança.

Aos funcionários da Esfera Centro Odontológico e da Faculdade Sete Lagoas, pela administração.

Em especial, ao meu marido Emerson Rodrigo Lacerda e a toda minha família, que tanto amo.

## RESUMO

### O USO DOS PRINCIPAIS SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO FINAL NO DESBRIDAMENTO DE CANAIS RADICULARES

Um eficiente desbridamento químico após o preparo do canal radicular é essencial para o sucesso no tratamento endodôntico, pois com os túbulos dentinários desobstruídos, aumenta-se a penetração das substâncias como a solução irrigadora, medicação intracanal e cimento obturador. Para potencializar esta limpeza diferentes sistemas têm sido utilizados no protocolo final de irrigação para ativação/agitação do irrigante. A eficácia dessas técnicas tem sido observada e comparada em pesquisas por muitos autores nos últimos anos. O objetivo deste trabalho foi verificar, através de uma revisão de literatura, a contribuição dos métodos atuais de ativação do irrigante no desbridamento após o preparo do canal radicular. A busca pelos artigos científicos foi através do banco de dados do (PubMed, Google Acadêmico e SciELO). Nesta revisão foram incluídos cinco sistemas: Irrigação Ultrassônica Passiva, Easy Clean, XP-Endo Finisher, XP-Clean e GentleWave. Pelos dados analisados no presente trabalho, conclui-se que o efeito do desbridamento foi intensificado ao utilizar diferentes sistemas de agitação no protocolo final de irrigação após o preparo do canal radicular, sendo todos mais eficientes do que a irrigação convencional, principalmente no terço apical do canal radicular

**Palavras Chave:** Desbridamento, Irrigação Endodôntica, Irrigação Ultrassônica Passiva, Easy Clean, XP-Endo Finisher e Sistema GentleWave.

## **ABSTRACT**

### **THE USE OF THE MAIN FINAL IRRIGATION SYSTEMS IN ROOT CANAL DEBRIDEMENT**

An efficient chemical debridement after root canal preparation is essential for successful endodontic treatment, because with the tubules clear dentine, increases the penetration of substances such as the irrigating solution, intracanal medication and obturator cement. For to enhance this cleaning different systems have been used in the protocol end of irrigation for activating/agitating the irrigant. The effectiveness of these techniques has been observed and compared in research by many authors in the last years old. The objective of this work was to verify, through a literature review, the contribution of current methods of irrigator activation in debridement after root canal preparation. The search for scientific articles was through the database (PubMed, Google Scholar and SciELO). In this review five systems were included: Passive Ultrasonic Irrigation, Easy Clean, XP-Endo Finisher, XP-Clean and GentleWave. From the data analyzed in the present work, it is concluded that the effect of debridement was intensified when use different agitation systems in the protocol end of irrigation after the root canal preparation, all of which are more efficient than irrigation conventional, mainly in the apical third of the root canal.

**Keywords:** Debridement, Endodontic Irrigation, Passive Ultrasonic Irrigation, Easy Clean, XP-Endo Finisher and GentleWave System.

## **ABREVIATURAS E SIGLAS**

CUI - Continuous Ultrasonic Irrigation (Irrigação ultrassônica contínua)

EC - Easy Clean

EDTA - Ácido Etilenodiaminotetracético

GW - GentleWave

MEVA - Microscopia Eletrônica de Varredura Ambiental

MicroCT - Microtomografia Computadorizada

NaOCl - Hipoclorito de Sódio

PUI - Passive Ultrasonic Irrigation (Irrigação ultrassônica passiva)

XP-F - XP-endo Finisher

# SUMÁRIO

	<b>p.g</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>09</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>12</b>
<b>3 PROPOSIÇÃO</b>	<b>28</b>
<b>4 DESENVOLVIMENTO E DISCUSSÃO</b>	<b>29</b>
<b>5 CONCLUSÃO</b>	<b>34</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>35</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Atualmente as estratégias clínicas para realização do tratamento endodôntico se concentram mais na preparação/instrumentação de canais para alcançar níveis radiograficamente impecáveis, mas é fundamental a limpeza/desbridamento desses sistemas de canais radiculares, uma vez que as infecções do canal radicular são mediadas por biofilme (Wong, 2021).

No estudo de Peters, Schonberger e Laib (2001) foi observado que cerca de 35 % das paredes do canal radicular estão fora do alcance dos instrumentos e, portanto, não são tocadas devido a sua complexa anatomia, com a presença de canais laterais, acessórios, istmos e forames de aberturas múltiplas.

Principalmente nessas áreas não instrumentadas, espera-se que as soluções de irrigação para o desbridamento químico possam eliminar os microorganismos do biofilme na maior parte do sistema de canal radicular, inativar os fatores de virulência, como a endotoxina, dissolver os restos do tecido pulpar, remover os detritos dentinários e a “smear layer” gerada durante a instrumentação ou prevenir sua formação. Outras características necessárias para o irrigante é fornecer lubrificação para instrumentos, ser biocompatíveis e facilmente disponíveis a baixo custo (Dioguardi, 2019).

Ao longo dos anos, muitas substâncias foram avaliadas para limpeza do canal radicular e, certamente, as soluções mais utilizadas e confiáveis são NaOCl e EDTA, eliminando resíduos orgânicos e inorgânicos, respectivamente, como nenhuma solução possui todas as propriedades desejadas em si, é necessária uma combinação de duas ou mais soluções para uma irrigação segura e eficaz (Topbas, 2017).

Contudo, mesmo com a combinação das soluções de irrigação o desbridamento do canal radicular pode ser ineficaz se não atingir as bactérias e os detritos dentinários em quantidades suficientes.

Portanto, para potencializar o desbridamento técnicas/dispositivos eficazes de ativação/agitação do irrigante são igualmente importantes, a fim de garantir que as soluções sejam distribuídas por todo o sistema de canais radiculares e a alta concentração de seus componentes ativos seja mantida (Boutsioukis, 2021).

A Irrigação ultrassônica passiva (PUI) é uma das técnicas mais citadas na literatura, tem sido usada para uma limpeza mais eficiente dos canais, principalmente na irrigação final. O termo PUI foi usado pela primeira vez por Weller em 1980, para descrever a irrigação sem instrumentação simultânea, esta tecnologia não invasiva reduz o potencial de criação de deformidades no sistema de canais radiculares e está baseada em duas teorias, cavitação e micro transmissão acústica. A cavitação é a criação de bolhas de vapor ou a expansão, contração e ou distorção de bolhas pré-existentes em um líquido, isto produz um efeito de pressão de vácuo, o qual aspira o conteúdo do canal em vez de empurrá-lo ainda mais para o seu interior. A micro transmissão acústica é como um movimento rápido do fluido em uma forma circular ou vórtice em volta da lima de vibração (VAN DER SLUIS, 2007).

Empresas como a Helse Ultrasonic (Santa Rosa de Viterbo, SP – Brasil), produz inserto ultrassônico, com diâmetro equivalente a uma lima manual 20, porém com conicidade reduzida (01), podendo ser pré-curvado em sua extremidade da mesma forma que se pré-curva uma lima de aço inoxidável e recomendam utilizar uma potência muito baixa ideal (10%) para a ativação ultrassônica da solução irrigadora (*site* Ponta Ultrassônica E1 - Irrisonic (helse.odo.br) visitado em 25/03/2022).

A introdução da agitação mecânica do irrigante utilizando instrumentos elétricos motorizados com movimento alternativo ou rotatório proporcionou uma nova opção para remoção de detritos no sistema de canais radiculares. Três novos instrumentos lançados no mercado adotam os mesmos princípios de potencializar a substância irrigadora.

Easy Clean (EC) é um instrumento plástico de acrilonitrila butadieno estireno com o tamanho de 25 / ,04 e uma seção transversal em forma de "asa

de aeronave" e opera com movimento alternativo ou rotatório auxiliando no protocolo de irrigação final (Easy Equipamentos Odontológicos, Belo Horizonte, Brasil [patente americana pendente 61 / 849.608]) (Kato, 2016).

O XP-endo Finisher (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suíça) é um instrumento feito de uma liga especial de níquel-titânio (NiTi) proprietária (MaxWire; FKG Dentaire), introduzida para ser usada após a instrumentação do canal radicular como passo para melhorar a limpeza e desinfecção do canal radicular. Consiste em um tamanho de núcleo pequeno (tamanho da ponta # 25, não afilado), que à temperatura ambiente é reto; porém, quando colocado no interior do canal, à temperatura corporal, sua porção apical se expande em forma colher. De acordo com o fabricante, este instrumento se adapta à anatomia do canal e realiza desbridamento em áreas não instrumentadas (De-Deus, 2018).

O instrumento XP Clean, (MK Life, Porto Alegre, RS, Brasil) foi desenvolvido para ativar o irrigante, otimizando a remoção de resíduos remanescentes, tocando áreas que não foram limpas durante a moldagem do canal radicular. XP Clean tem uma apresentação similar a XP-Endo Finisher, uma ponta tamanho # 25, seção transversal triangular (Nascimento, 2021).

Recentemente foi desenvolvido um novo equipamento, Sistema GentleWave (GW) (Sonendo, Inc, Laguna Hills, CA) para limpeza dos canais radiculares com mínima instrumentação, utilizando uma dinâmica de fluidos de alta velocidade, sem exigir que a ponta do instrumento penetre nos canais radiculares. Uma solução irrigadora sem bolhas de ar é entregue em alta velocidade na câmara pulpar por um Instrumento de Tratamento™ posicionado na superfície oclusal do dente acessado. A solução irrigadora atinge todo o sistema do canal radicular enquanto uma sucção incorporada dentro do dispositivo remove o excesso da solução (Vandrangi, 2016).

Face ao exposto, justifica-se pesquisar por meio de uma revisão de literatura o uso dos principais sistemas de irrigação final no desbridamento de canais radiculares.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Kato *et al.* (2016) realizaram um estudo com o objetivo de comparar a eficácia na remoção de detritos dentinários do canal radicular após o protocolo final de irrigação ser realizado com o uso da irrigação ultrassônica passiva (PUI) e EasyClean (EC) e para análise foi utilizado a microscopia eletrônica de varredura ambiental (MEVA). Canais radiculares mesiais de dez molares inferiores foram preparados até o instrumento final de 30/05. Os espécimes foram seccionados longitudinalmente e 6 recuos redondos foram feitos na região apical da metade vestibular em intervalos de 1 mm. As mesmas espécimes foram usadas para preparar um grupo de controle em branco (sem detritos), um grupo de controle negativo (completamente coberto por detritos) e 2 grupos experimentais: PUI e EC (movimento reciprocante). No protocolo de irrigação final foi utilizado 5 mL de NaOCl a 2,5% seguido de 5 mL de EDTA a 17% e novamente 5 mL de NaOCl a 2,5% em 3 ciclos de 20 segundos a cada solução. O grupo EC apresentou resultados estatisticamente semelhantes aos do grupo controle em branco para todos os 6 níveis radiculares examinados. O grupo PUI apresentou resultados estatisticamente semelhantes aos do grupo de controle negativo para os 3 níveis mais apical e semelhantes aos do grupo controle em branco para os 3 níveis mais cervicais. Com base nesse estudo, a ativação do irrigante com EC promoveu uma remoção mais eficaz de detritos das regiões mais apical do canal radicular quando comparada com o PUI.

Leoni *et al.* (2016) em um estudo *ex vivo*, avaliaram quatro protocolos finais de irrigação na remoção de detritos de tecido duro do sistema de canais radiculares mesiais de primeiros molares inferiores usando análise por microtomografia computadorizada (MicroCT). Quarenta raízes mesiais de molares inferiores com um istmo único e contínuo conectando os canais méso-vestibular e méso-lingual (configuração do tipo I de Vertucci) foram preparados com WaveOne (Dentsply Maillefer) em movimento recíproco sem irrigação intracanal para permitir o acúmulo de detritos dentro do sistema de canais. Em seguida, os espécimes foram distribuídos em quatro grupos (n =10), de acordo com o protocolo final de irrigação: irrigação convencional (IC), irrigação ultrassônica passiva (PUI), lima autoajustável (SAF) e XP-Endo Finisher (XPF).

Os procedimentos finais de irrigação foram realizados ao longo de 2 min usando um total de 5,5 mL de NaOCl 2,5%. Os grupos PUI e XPF tiveram maiores reduções de detritos de tecido duro acumulados (94,1% e 89,7%, respectivamente) do que os grupos IC e SAF (45,7% e 41,3%, respectivamente) ( $P < 0,05$ ). Concluíram que a técnica PUI e o instrumento XP-Endo Finisher foram associados a níveis significativamente mais baixos de detritos em comparação com a irrigação convencional e o protocolo do sistema SAF em canais radiculares mesiais de molares inferiores.

Vandrangi *et al.* (2016) compararam a permeabilidade dentinária do NaOCl usando o Sistema GentleWave® (Sonendo, Inc., Laguna Hills, CA, USA) com a agitação ultrassônica. Quarenta molares humanos extraídos foram preparados até 15/04, e separadas em quatro grupo: (1) controle, (2) ativação ultrassônica passiva usando o PiezonMaster™ 700 (EMS) com inserto ESI, (3) ativação ultrassônica ativa usando o PiezonMaster 700 com inserto ESI com taxa máxima de irrigação e (4) o Sistema GentleWave. Após os tratamentos, as amostras foram divididas longitudinalmente. A permeabilidade dentinária do NaOCl foram analisados usando o estéreo-microscópio e software Nikon®. Os resultados obtidos foram: Grupo 4 quando comparado ao Grupo 3 e Grupo 2 foi significativamente diferente ( $p < 0,05$ ) para a região apical dos canais radiculares. Não foi observada diferença significativa entre o Grupo 2 e o Grupo 3 ( $p > 0,05$ ). Concluíram que o Sistema GentleWave demonstrou aproximadamente quatro vezes maior profundidade de penetração NaOCl na região apical do que sistema ultrassônico ativo e foi eficaz em todo o sistema do canal radicular.

Gawdat e El-Asfour (2017) avaliaram a efetividade da XP-Endo Finisher (XP-F) na remoção de detritos de canais radiculares ovais em comparação com irrigação ultrassônica passiva (PUI), vibração (VB) e irrigação com seringa convencional. Após o preparo radicular de oitenta pré-molares inferiores unirradiculares com Race (FKG Dentaire) até 40/0,04, os mesmos foram divididos em 4 grupos ( $n = 20$ ) de acordo com o sistema utilizado no protocolo final para ativação do irrigante que utilizou 5 mL de NaOCl a 2,5% por 1 min. Os canais radiculares foram seccionados longitudinalmente e imagens digitais foram adquiridas para avaliar a quantidade de detritos usando uma câmera

digital montada em um estereomicroscópio com ampliação de 25x. Os grupos XP-F e PUI mostraram porcentagem de detritos significativamente menor do que os outros grupos nos terços coronário, médio e apical ( $p \leq 0,05$ ). Não houve diferença estatisticamente significativa entre XP-F e PUI. Em todos os sistemas, o terço coronário estava mais limpo do que o terço apical. Neste estudo, nenhum dos sistemas de ativação removeu completamente os detritos das paredes do canal radicular; no entanto, o XP-F e o PUI mostraram os melhores resultados em todos os terços em comparação com os outros sistemas.

Prado *et al.* (2017) investigaram a capacidade de limpeza da irrigação ativada por ultrassom (IAU) e EasyClean (EC), utilizando o agente quelante QMix, Dentsply em tempos de 1 e 3 min. de agitação. Cinquenta incisivos foram preparados com sistema rotativo K3 (SybronEndo, Orange, CA, EUA) até 25/06. As amostras foram distribuídas aleatoriamente em cinco grupos de acordo com o protocolo final de irrigação: G1, controle negativo (água destilada); G2, controle positivo (QMix 1 minuto); G3, QMix 1 minuto/IAU; G4, QMix 1 minuto/EC; G5, QMix 3 minutos. Posteriormente os dentes foram preparados e três fotomicrografias foram obtidas em cada terço radicular das paredes radiculares, por microscopia eletrônica de varredura (MEV). Houve diferenças entre os grupos ( $p < 0,05$ ). IAU mostrou melhor capacidade de limpeza do que EC ( $p < 0,05$ ). Houve melhorias quando QMix foi usado com dispositivos auxiliares em comparação com irrigação convencional ( $p < 0,05$ ). A irrigação convencional por 3 minutos apresentou resultados significativamente melhores que seu uso por 1 minuto ( $p < 0,05$ ). Os autores concluíram que, QMix deve ser usado por 1 minuto quando usado com IAU, pois este protocolo de irrigação final apresentou o melhor desempenho e também permitiu a otimização clínica deste procedimento.

Duque *et al.* (2017) investigaram o acúmulo de detritos em canais radiculares e istmo por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV) após a realização do protocolo final de irrigação com Easy Clean em movimento contínuo e recíprocante, irrigação ultrassônica passiva (PUI), sistemas Endoactivadores, e irrigação convencional. Cinquenta raízes mesiais de molares inferiores foram seccionados em 2, 4 e 6 mm do ápice. Após a

instrumentação, as raízes foram divididas em 5 grupos ( $n = 10$ ) e submetidas aos diferentes protocolos irrigação final. Imagens por SEM foram retiradas antes da instrumentação e após a primeira, segunda e terceira ativação da solução irrigante para avaliar a área de detritos remanescentes. Os resultados mostraram que: 3 ativações (20 segundos) de soluções irrigantes NaOCl a 2,5%, proporciona um melhor desbridamento do canal e do istmo; a análise dos canais mostrou diferença estatística ( $p < 0.05$ ) a 2 mm do ápice sendo que a Easy Clean em rotação contínua foi mais eficiente do que a irrigação convencional ( $p < 0.05$ ). O PUI promoveu maior limpeza do que a irrigação convencional em 6 mm ( $p < 0.05$ ). Não houve diferença estatística entre Easy Clean em rotação contínua ou movimento recíprocante, e PUI ( $p > 0,05$ ). Foi concluído que os métodos de ativação do irrigante auxilia no desbridamento, especialmente o Easy Clean em rotação contínua.

Cesário *et al.* (2018) demonstraram por microtomografia computadorizada (MicroCT) a capacidade quanto a remoção de detritos dentinários no canal radicular utilizando a irrigação ultrassônica passiva (PUI), Easy Clean (EC) com movimento recíprocante e rotatório. Nesta pesquisa utilizaram cinquenta protótipos em acrílico de incisivos superiores, os quais foram instrumentados com Reciproc R40 (VDW GmbH, Munique, Alemanha) e incluídos em uma mufla. Os espécimes foram seccionados longitudinalmente, e uma ranhura longitudinal foi feita na superfície interna do canal radicular em uma das hemisecções, e os detritos de dentina foram inseridos nas ranhuras. Os espécimes foram divididos em cinco grupos ( $n = 10$ ): G1: Convencional com agulha aberta; G2: Convencional com agulha dupla com ventilação lateral; G3: Easy Clean em movimento recíproco; G4: Easy Clean em rotação contínua; e G5: Irrigação ultrassônica passiva (PUI). Foi utilizado 6 mL de NaOCl a 2,5% em 3 ciclos de 20 segundos. Todos os espécimes foram escaneados usando tomografia microcomputada antes e depois da técnica de irrigação e calcularam o volume ( $\text{mm}^3$ ) de detritos de dentina. Não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre PUI e EC com movimento rotatório. A EC com movimento rotatório foi significativamente ( $p < 0,05$ ) mais eficaz do que os grupos de técnicas convencionais de irrigação. PUI e EC com movimento rotatório, favoreceram a remoção de um volume maior de detritos de dentina.

Abdelhady *et al.* (2018) avaliaram a eficácia do instrumento XP-endo Finisher (XP-F) na limpeza de canais radiculares em comparação com a irrigação ultrassônica passiva (PUI) e a combinação dos dois sistemas. Sessenta pré-molares inferiores uniradiculares foram preparados usando o sistema rotatório NiTi iRaCe até 30/0,04 e, em seguida foram divididos aleatoriamente em cinco grupos (n = 12) de acordo com o protocolo final de irrigação: C1 usando irrigação convencional; PUI; XP-F; XP-F e depois PUI; PUI e depois XP-F. Foi utilizado 6 mL de NaOCl a 5,25% em 2 ciclos de 30 segundos e após a irrigação e imagens foram então obtidas por meio de microscopia eletrônica de varredura (SEM) para realizar a análise. Em todos os grupos, o terço coronário e médio demonstraram uma porcentagem significativamente maior de túbulos dentinários desobstruídos em comparação com o terço apical ( $p < 0,05$ ). O XP-F apresentou maior porcentagem de túbulos dentinários desobstruídos do que o PUI na região apical, sem diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ). A porcentagem de túbulos dentinários desobstruídos foi maior em técnicas de ativação múltipla como XP-F:PUI e PUI:XP-F do que com uma única forma de ativação como com a lima XP-F sozinha ou PUI sozinha ( $p < 0,05$ ). Não houve diferença estatisticamente significativa entre XP-PUI e PUI-XP ( $p > 0,05$ ). Os autores desse estudo concluíram que nenhuma técnica de ativação eliminou completamente a smear layer. O XP-F foi mais eficaz na limpeza da região apical do que o PUI. A combinação dos dois métodos de ativação melhorou a limpeza dos canais. Usar XP-F ou PUI primeiro não teve efeito na remoção da smear layer.

De-Deus *et al.* (2018) investigaram em um estudo a ação do instrumento XP-endo Finisher (XP-F) e da irrigação ultrassônica passiva (PUI) como protocolos finais de irrigação sobre a remoção de *accumulated hard tissue debris* (AHTD) (detritos acumulados de tecido duro) de canais em forma oval. Vinte incisivos mandibulares foram preparados com instrumento Reciproc R25 (VDW, Munique, Alemanha) e divididos em dois grupos experimentais (n=10), de acordo com o protocolo final de irrigação: XP-F e PUI. Foi utilizado 4,5 mL de NaOCl a 5,25% em 3 ciclos de 20 segundos no PUI e durante 1 min no XP-F. Através da análise tomográfica microcomputadorizada (micro-CT), foi verificado que os protocolos finais de irrigação foram altamente semelhantes

em termos de redução percentual volumétrica de AHTD ( $p=1.000$ ). XP-endo Finisher e PUI mostraram a mesma eficácia na remoção do AHTD. Nenhum dos protocolos de irrigação final testado removeu completamente o AHTD de canais radiculares em forma oval.

Xin *et al.* (2019) avaliaram a eficácia do instrumento XP-endo Finisher (XP-F) e da irrigação ultrassônica passiva (PUI) na remoção de smear layer do canal radicular. Sessenta pré-molares humanos unirradicular foram preparadas e divididos em 6 grupos: XP-F 3 mL de 3% NaOCl para 1 min (grupo A); XP-F 3 mL de 3% NaOCl por 1 min, seguido por 4 mL de 17% EDTA por 1 min (grupo B); PUI de 3 mL de 3% NaOCl para 1 min (grupo C); PUI de 3 mL de 3% NaOCl para 1 min, seguido por 4 mL de 17% EDTA para 1 min (grupo D); 3 mL de 3% NaOCl por 1 min usando uma seringa e uma agulha lateral de 30 G (grupo E); e 3 mL de 3% NaOCl por 1 min usando uma seringa e uma agulha lateral de 30 G, seguido por 4 mL de 17% EDTA por 1 min (grupo F). As imagens MEV mostraram que as superfícies inteiras dos canais radiculares nos grupos A, C e E foram cobertas por smear layer. Os grupos A e C possuíam um número significativamente maior de túbulos dentinários abertos do que no grupo E ( $p<0,05$ ), com diferença estatisticamente insignificante entre os grupos A e C ( $p>0,05$ ). O terço apical das amostras nos grupos B e D e nos terços médios do grupo F exibiu uma pequena quantidade de smear layer, e os túbulos dentinários estavam abertos ou semiabertos. As superfícies do canal radicular no terço apical das amostras do grupo F foram cobertas por smear layer, e os túbulos dentinários foram selados ou semiselados. A smear layer no terço médio das amostras nos grupos B e D foi removida e os túbulos dentinários estavam mais visivelmente abertos do que os dos quatro outros grupos ( $p<0,05$ ). A diferença entre os grupos B e D foi estatisticamente insignificante ( $p>0,05$ ). Os autores concluíram que a diferença entre XP-F e PUI em termos de remoção de smear layer nos canais radiculares foi insignificante.

ZHAO *et al.* (2019) avaliaram o acúmulo de debris resultantes da instrumentação e áreas não tocadas pelos instrumentos Reciproc Blue R25 (RB; VDW, Munique, Alemanha) e XP-endo Shaper 30/0,04% (XP-S; FKG

Dentaire, La Chaux-deFonds, Suíça) e verificaram a eficácia de três protocolos de irrigação com XP-endo Finisher, PUI e irrigação com seringa. Setenta molares inferiores em forma de C, foram incluídos e subdivididos em dois grupos de acordo com o sistema de instrumentação. Foi utilizado 5 mL de NaOCl a 2% em 3 ciclos de 20 segundos no PUI e durante 1 min no XP-F. Imagens de micro-CT foram obtidas antes da instrumentação, após a instrumentação e protocolos de irrigação. A porcentagem de paredes não tocadas foram 33,04% para Reciproc Blue e 30,45% para XP-endo Shaper. Em todos os grupos houve maior quantidade de detritos na porção apical em comparação com a porção coronária. Instrumentação com Reciproc Blue deixou mais detritos (2,8%) em comparação com XP-endo Shaper (1,1%). A quantidade de dentina removida foi similar em ambos os grupos. Com relação ao protocolo de irrigação PUI e XP-endo Finisher, os mesmos conseguiram reduzir com maior eficiência a quantidade de detritos dos canais radiculares em comparação com irrigação com seringa e agulha de irrigação, essa diferença foi significativa para Reciproc Blue, mas não para XP-endo Shaper.

Silva *et al.* (2019) compararam através de microtomografia computadorizada (micro-CT) a capacidade de *irrigação ultrassônica* passiva (PUI), EndoVac, SelfAdjusting File (SAF) e Easy Clean (EC) em remover *accumulated hard tissue debris* (AHTD) (detritos acumulados de tecido duro). Após o preparo de 40 canais mesiais de molares inferiores com Reciproc R40 (VDW, Munique, Alemanha), os mesmos foram divididos em 4 grupos (n=10) de acordo com o protocolo final de irrigação com 16 mL de NaOCl a 5,25% e 4 mL de EDTA a 17%. Para EC foi utilizado movimento recíprocante. As amostras foram escaneadas após o preparo do canal e após a irrigação final. Todos os grupos apresentaram diminuição no acúmulo de detritos de tecido duro após o uso dos protocolos finais de irrigação ( $p < 0,05$ ). Não foram observadas diferenças significativas na remoção de detritos entre os protocolos finais de irrigação ( $p > 0,05$ ). Foi concluído que todos os protocolos irrigação comparados neste estudo, mostraram a mesma eficácia na remoção de detritos. No entanto, nenhum deles foi capaz de tornar canais mesiais de molares mandibulares completamente livres de detritos.

Souza *et al.* (2019), demonstraram a capacidade de penetração nos

túbulos dentinários sob a ação de irrigação ultrassônica passiva (PUI), irrigação ultrassônica contínua (CUI) e Easy Clean (EC). Oitenta dentes uniradiculares foram instrumentados com o sistema Protaper Universal até o instrumento F4 (40/0,06). Após o seccionamento, os dentes tiveram canais laterais artificiais criados a 2, 4, 5 e 6 mm de comprimento de trabalho, os quais foram divididos aleatoriamente em quatro grupos ( $n = 20$ ): grupo de controle (C), PUI, CUI e EC (movimento recíprocante). Foi utilizado 6 mL de solução de contraste em 3 ciclos de 20 segundos. A penetração do irrigante nas amostras foi avaliada por meio da observação da imagem obtidas pelo microscópio operatório com aumento de 10x e utilizando o programa Imagem J. No Grupo C, a solução irrigante atingiu o comprimento de trabalho em 60% das amostras, PUI 80%, CUI 85% e EC 90%, porém, não mostraram diferença significativa, ( $p > 0,005$ ). A penetração média da solução irrigadora nos canais laterais foi de 15,83% no Grupo C, 74,17% no grupo PUI, 75,83% no grupo CUI e 80,00% no grupo EC. O valor do Grupo C diferiu significativamente dos demais grupos ( $p < 0,001$ ), mas a diferença entre os grupos PUI, EC e CUI não foi estatisticamente significativa, ( $p > 0,005$ ). Com base neste estudo, o método utilizando irrigação convencional não foi capaz de transportar efetivamente o irrigante para os canais laterais artificialmente feitos, enquanto PUI, CUI e EC foram similares na capacidade de penetração do irrigante.

Lee *et al.* (2019) examinaram o desbridamento de canais radiculares redondo e oval preparados com dois tamanhos apical com e sem irrigação ativada por ultrassom. Quarenta e oito pré-molares inferiores redondos e quarenta e oito ovais foram divididos aleatoriamente em dois grupos experimentais ( $n=20$ ): grupo 1, 20/0,04 rotativo e grupo 2, 40/0,04 rotativo ambos, (EdgeFile X7; EdgeEndo, Albuquerque, NM, EUA). Os espécimes foram subdivididos em dois subgrupos ( $n = 10$ ): subgrupo A, irrigação convencional (IC); subgrupo B, irrigação ativada por ultrassom (IAU) com NaOCl 3% em 5 ciclos de 20 seg. Canais não tratados (oito ovais e oito redondos) serviram como controles. Nos resultados analisados por microCT, tanto nos diferentes tamanho de preparação (20 vs. 40) quanto nas diferentes técnicas de irrigação (IC vs. IAU) teve um efeito significativo na remoção de detritos ( $p=0,006$  e  $P < 0,001$ , respectivamente). Grupos irrigados com IC sempre teve menor

remoção de detritos significativamente do que aqueles irrigados com IAU, independentemente do tamanho de preparação ( $p < 0,001$ ). Canais preparados no tamanho 20 tinha remoção de detritos significativamente menor do que aqueles com tamanho 40 no subgrupo IC ( $p < 0,001$ ), mas sem diferença significativa no subgrupo IAU ( $p = 0,481$ ). Os autores concluíram que os canais radiculares preparados no tamanho maior (40) eram mais limpos do que aqueles preparados no tamanho menor (20), quando a irrigação foi realizada com uma seringa e agulha. Quando o irrigante era ativado por ultrassom, preparações menores resultaram em canais que eram tão limpos quanto preparações maiores. Este achado foi comum tanto a canais redondos e ovais de pré-molares recém extraídos com tecido de polpa vital.

Chan *et al.* (2019) avaliaram a eficácia na remoção *accumulated hard tissue debris* (AHTD) (detritos acumulados de tecido duro) por PUI, Irrigação ultrassônica contínua (CUI) e GentleWave (GW) com micro-CT. Vinte e quatro molares inferiores extraídos com dois canais mesiais conectados por um istmo e convergindo para um único forame, foram preparados com WaveOne Gold 25/07 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) e submetidas ao respectivo protocolo final de irrigação. A análise mostrou que a redução de AHTD nos canais e istmos foi significativamente maior para GW (96,4% e 97,9%, respectivamente) do que para CUI (80,0% e 88,9%, respectivamente) ( $p < ,05$ ). Redução de AHTD na PUI (91,2% e 93,5%, respectivamente) não difere significativamente da GW e da CUI ( $p > ,05$ ). Foi concluído que o GW obteve maior eficácia na remoção de AHTD em comparação com a CUI, mas não com PUI. A eficácia entre CUI e PUI foi semelhante.

Choi *et al.* (2019) compararam a eficácia de remoção de biofilmes do GentleWave com o PUI. Quarenta e sete molares humanos recém-extraídos foram inoculados com *Enterococcus faecalis* e cultivados por cinco semanas para estabelecer biofilme. Oito molares foram testados para confirmação de infecção. Quatro dos oito dentes não foram inoculados para fornecer um controle negativo. Os trinta e nove molares inoculados restantes foram separados em 3 grupos: Grupo1 - sem tratamento; Grupo 2 – instrumentação rotatória convencional até 35/04 EndoSequence (Brasseler, Savannah, GA, USA) e PUI, e Grupo 3 - instrumentação mínima e GentleWave. As raízes

foram posteriormente preparadas por procedimentos de processamento de tecido histológico padrão e avaliadas no esteremicroscópio. As seções foram pontuadas e analisadas cegamente por dois avaliadores independentes, incluindo um histopatologista, para avaliar a presença de biofilme na parede do canal. Foi encontrada diferença significativa entre o Grupo 2 e o Grupo 3 nas regiões apical e média ( $p=0,001$ ) das raízes mesiais dos molares mandibulares e raízes mesiobucal dos molares maxilares. O grupo 3 revelou significativamente menos biofilme do que os controles ( $p=0,003$ ). O Sistema GentleWave demonstrou uma redução significativamente maior no biofilme do que a instrumentação rotativa convencional e protocolo de ativação ultrassônica passiva.

Pacheco-Yanes *et al.* (2020) avaliaram a distribuição do irrigante em todo o sistema de canal radicular após sua ativação. Quinze raízes mesiais de molares inferiores foram inicialmente ampliadas e submetidas à irrigação convencional, seguida por abordagens de irrigação aditiva: irrigação ultrassônica passiva (PUI), ativação mecânica com o instrumento XP-endo Finisher, e um grupo controle no qual o irrigante permaneceu no canal sem ativação. O tempo de retenção do irrigante foi o mesmo para todos os grupos. Hipoclorito de sódio misturado com meio de contraste (Omnipaque 300) foi usado como irrigante. Antes e imediatamente após a irrigação imagens por micro-CT foram obtidas para avaliar o volume de todo o sistema do canal radicular que foi preenchido pelo irrigante. Também foi feita uma análise exclusiva para a área de istmo. Os resultados obtidos mostraram que o instrumento XP-endo Finisher promoveu melhor distribuição do irrigante do que o PUI e do grupo controle ( $p<0,01$ ). O PUI não foi significativamente diferente do grupo controle ( $p>0,05$ ). Uma análise separada da área de istmo não mostrou diferença significativa entre os métodos de irrigação e o controle ( $p>0,05$ ). Com base nos dados concluíram que o instrumento XP-endo Finisher promoveu uma melhor distribuição do irrigante em todo o sistema do canal radicular, especialmente no segmento do terço apical, quando comparado ao PUI. No entanto, as abordagens testadas não diferem quanto à capacidade de conduzir irrigantes para a área do istmo.

Fernandes *et al.* (2020) analisaram a eficácia de três sistemas de irrigação: EndoActivator, irrigação ultrassônica passiva (PUI) e Easy Clean (EC) na redução de *Enterococcus faecalis*, após instrumentação com o sistema reciprocante, por meio de coleta microbiológica e método de cultura. Um total de 60 pré-molares inferiores humanos extraídos foram usados e padronizados em 16 mm de comprimento. Os dentes foram acessados, contaminados com *E. faecalis* e incubados por 21 dias a 37°C. As coletas iniciais foram feitas com cone de papel absorvente para confirmação da contaminação; posteriormente, a instrumentação foi realizada com WaveOne Primário (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça). Os dentes foram divididos em quatro grupos de acordo com o protocolo final de irrigação (n=15): grupo 1, EndoActivator; grupo 2, PUI; grupo 3, EC; e grupo 4, grupo controle irrigado com solução salina estéril e sem agitação. Na irrigação final, foi utilizada a agitação de EDTA 17%, seguido de NaOCl 2,5%; em ambos, três ciclos de 20 segundos cada. Após o preparo químico-mecânico e agitação das soluções irrigantes, ocorreram as coletas finais para contagem das unidades formadoras de colônias (UFC/mL). O resultado obtido revelou que todos os sistemas de agitação reduziram em 100% e o grupo controle em 65,7%. Concluíram que o grupo controle apresentou quantidade significativamente maior de UFC/mL após o protocolo final de irrigação do que os demais grupos, que foram semelhantes entre si ( $p > 0,05$ ).

Alcota *et al.* (2021) avaliaram o efeito da irrigação ultrassônica passiva (PUI) na eliminação do tecido remanescente orgânico de canais radiculares mandibulares infectados, estreitos e curvados durante sua instrumentação. Para isso, canais mesiovestibular de primeiro molar inferior foram instrumentados com o sistema rotativo RaCe, utilizando ativação PUI ou irrigação convencional (IC) e dois diâmetros apical (25 e 35). A limpeza do canal radicular das amostras foi avaliada por microscopia. Quando foi utilizado PUI, houve uma redução significativa do remanescente orgânico no alargamento apical de 25 a 2 mm do ápice ( $p < 0,001$ ). Depois de reunir os grupos, independentemente da profundidade da observação (2 e 4 mm do ápice), o par 35 + PUI vs. 25 + IC apresentou diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,001$ ). O efeito do PUI explicou 65% da variância global

quando comparado com amostras de IC. O uso de PUI reduziu o material orgânico de canais radiculares infectados estreitos e curvados com um alargamento apical de 25 e 35. Quando o PUI não é usado, recomenda-se uma instrumentação biomecânica até um diâmetro 35.

Stringheta *et al.* (2021) avaliaram a influência do tamanho da preparação apical e do protocolo final de irrigação sobre o desbridamento do terço apical em canais radiculares ovais de molar inferior. Setenta e sete raízes distais foram divididas em 7 grupos ( $n = 11$ ): Controle: sem instrumentação ou irrigação; Grupo 30CI: ProTaper Next (PTN) (até o tamanho 30) + irrigação convencional (IC); Grupo 30IAU: PTN + irrigação ativada por ultrassom (IAU); Grupo 30XPF: PTN + XP-endo Finisher (XPF); Grupo 40CI: PTN + ProDesign Logic (PDL) (até o tamanho 40) + CI; Grupo 40UAI: PTN + PDL + IAU; Grupo 40XPF: PTN + PDL + XPF. Foi utilizado em todos os grupos experimentais 33 mL de NaOCl 2,5% e 6 mL de EDTA 17%. Após o processamento da amostra e a análise histológica sob um microscópio digital (100x), as porcentagens de paredes de canal intocadas (PCI) e remanescentes de detritos (RD) foram avaliadas por meio do software Image J. Não foi encontrada diferença significativa entre os protocolos de irrigação relativos ao percentual de PCI, independentemente do tamanho da preparação apical ( $p > 0,05$ ). No entanto, percentual de PCI e RD foram significativamente menores nos grupos 40CI, 40UAI e 40XPF do que nos grupos 30CI, 30UAI e 30XPF ( $p < 0,05$ ). O percentual de RD foi significativamente menor nos grupos UAI e XPF do que nos grupos de IC, independentemente do tamanho da preparação apical ( $p < 0,05$ ). A diferença entre os tamanhos de preparação 30 e 40, em relação ao RD, foi maior quando utilizada a IC ( $p < 0,05$ ). Em conclusão, a instrumentação até o tamanho de preparação apical 40 tocou em mais paredes e removeu mais detritos do que até o tamanho de preparação apical 30. O uso dos dois tipos de irrigação ultrassônica e mecânica resultou em percentuais menores de remanescentes de detritos do que na irrigação convencional.

Teves *et al.* (2021) avaliaram o efeito da XP-endo Finisher (XP-F) na remoção de biofilmes multiespécies, em comparação com a irrigação ultrassônica passiva (PUI) e a irrigação convencional (IC), por microscopia eletrônica de varredura (MEV). Cinquenta primeiros pré-molares inferiores

foram instrumentados, seccionados longitudinalmente. As metades divididas foram incubadas por 4 dias com um caldo obtido de três cepas de bactérias: *Enterococcus faecalis*, *Eikenella corrodens* e *Streptococcus anginosus*. Posteriormente, as metades divididas foram reaproximadas e irrigadas de acordo com o protocolo final: IC com NaOCl 4%, PUI + NaOCl 4%, XP-F + 4% NaOCl e IC + água. A análise da remoção do biofilme foi realizada por meio de imagens MEV. Não houve diferenças entre PUI e XP-F ( $p > 0,05$ ), e ambos os grupos promoveram maior remoção de biofilme do que os grupos de IC ( $p < 0,05$ ). Concluíram que a remoção de biofilme multiespécies foi significativamente melhorada com XP-F e PUI quando comparada com IC.

Herce-Ros *et al.* (2021) avaliaram a eficácia antibacteriana de duas concentrações de NaOCl (2,5% e 5,25%) ativadas por meio de duas técnicas, irrigação ultrassônica passiva (PUI) e XP-endo Finisher (XP-F) contra o crescimento de bactérias no biofilme intracanal maduro. O objetivo era determinar se o efeito do aquecimento da NaOCl à temperatura corporal (TC) contribuiu para uma melhoria da eficácia do XPF. Sessenta e duas raízes unirradiculares previamente instrumentadas foram infectadas com *E. faecalis* inóculo em 0,5 McFarland e incubadas a 37 °C por duas semanas. Doze dentes foram selecionados aleatoriamente como controle positivo, e os 50 restantes foram divididos em cinco grupos experimentais ( $n=10$ ). Os dois primeiros foram irrigados com 2,5 vs. 5,25% NaOCl à temperatura ambiente (TA), ativados com PUI, e os outros três foram irrigados com XP-F. Destes três, dois foram irrigados utilizando 2,5 vs. 5,25% NaOCl na TA e um foi irrigado com 5,25% de NaOCl na TC. Os resultados mostraram que a NaOCl foi eficaz na remoção de biofilmes para todos os grupos experimentais ( $p > 0,05$ ), especialmente nos grupos irrigados com 5,25% de NaOCl à temperatura ambiente (TA) ativados com PUI e o grupo tratado com NaOCl de 5,25% em TC com XP-F. Esses grupos foram os mais sucedidos ( $p < 0,001$ ). O NaOCl, ativado com XP-F, foi tão eficaz quanto o PUI na remoção de biofilme do terço apical do canal quando foi usado em maior concentração e aquecido. O estudo indicou que o XP-F só atingiu a eficácia do PUI quando o NaOCl foi aquecido.

Nogueira *et al.* (2021) investigaram em um estudo o efeito antibacteriano do sistema de irrigação Easy Clean (EC), irrigação ultrassônica passiva (PUI) e

irrigação sônica contra biofilme *Enterococcus faecalis* em canais ovais. Foram selecionados 55 dentes extraídos com dimensões semelhantes. As cavidades de acesso foram preparadas e os canais radiculares instrumentados com limas primárias Wave One (25.08) (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça). Os canais radiculares foram então contaminados com uma suspensão de *E. faecalis* após incubação durante trinta dias. As raízes contaminadas foram divididas em três grupos experimentais (n=15) de acordo com o protocolo de agitação do irrigante, além de um grupo controle positivo (n=5) e um grupo controle negativo (n=5). Amostras microbiológicas foram retiradas dos canais radiculares antes da instrumentação, após a instrumentação e após o protocolo final de irrigação. As amostras foram analisadas e incubadas por 48 horas a fim de se obter o título residual de células *E. faecalis*. As células viáveis foram quantificadas por medição de unidades formadoras de colônias (UFC). Todos os grupos experimentais apresentaram redução significativa na carga bacteriana após a instrumentação ( $p < 0,05$ ). Os resultados mostraram que todos os grupos testados exibiram eficácia semelhante de desinfecção. No entanto, nenhum deles foi capaz de tornar todos os canais radiculares livres de microorganismos.

Pereira *et al.* (2021) realizaram um estudo com o objetivo de comparar a eficácia da irrigação ultrassônica passiva (PUI) versus a agitação mecânica do irrigante promovida pelos sistemas Easy Clean (EC) e XP-Endo Finisher (XP-F) quanto à remoção de detritos dentinários das paredes dos canais radiculares, usando microscopia eletrônica de varredura ambiental (MEVA). Foram utilizados doze canais mesiovestibulares curvos de molares inferiores preparados com o sistema ProTaper Next (Dentsply Sirona, Ballaigues, Switzerland) até a lima X2 (25/0,06). Os espécimes foram seccionados longitudinalmente e no canal da metade vestibular 5 sulcos transversais foram criados de 4 mm de comprimento, estendendo-se de 2 mm a 6 mm antes do ápice, estabelecendo assim locais padronizados para serem analisados. As mesmas espécimes foram usados para preparar grupo de controle negativo e positivo e 3 experimentais PUI, XP-F e EC (movimento rotatório). No protocolo final de irrigação foi utilizado 5 mL de NaOCl a 2,5% seguido de 5 mL de EDTA a 17% e novamente 5 mL de NaOCl a 2,5% em 3 ciclos de 20 segundos a cada

solução. Com base neste estudo *in vitro*, a agitação mecânica do irrigante promovida por EC e XP-F foi tão eficaz quanto ao uso de PUI para remoção de detritos das paredes do canal radicular.

Machado *et al.* (2021) estudaram a remoção da *smear layer* pela aplicação convencional (AC), irrigação ultrassônica passiva (PUI), Easy Clean (EC) e XP-Endo Finisher (XP-F), utilizando EDTA a 17% após o preparo do canal radicular com sistema reciprocante, por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV). Após o preparo do canal radicular com Reciproc R40 (VDW, Munique, Alemanha) de 45 pré-molares inferiores e unirradiculares, os dentes foram divididos aleatoriamente em 5 grupos: G1 controle: AC de água destilada; G2: AC de EDTA 17%; G3: EDTA a 17% ativado por PUI; G4: EDTA 17% ativado pela EC (movimento contínuo); e G5: EDTA 17% ativado pela XP-F. As imagens foram obtidas de cada terço da raiz e pontuados por 3 examinadores. No terço apical, não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ( $p > 0,05$ ). Nos terços cervical e médio, os grupos experimentais foram melhores que o grupo controle ( $p < 0,05$ ); no entanto, o G2 apresentou melhores resultados que G3, G4 e G5 ( $p < 0,05$ ), que não apresentaram diferenças entre si ( $p > 0,05$ ). Nenhum método de agitação da solução quelante foi capaz de remover completamente a *smear layer*, especialmente no terço apical e não mostraram desempenho melhor do que sua aplicação convencional.

Nascimento *et al.* (2021) foi investigada a efetividade na extrusão de debris e material obturador em canal radicular utilizando irrigação ultrassônica passiva (PUI), Easy Clean (EC) e XP Clean, por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV). Setenta e oito pré-molares inferiores foram preparados com o sistema WaveOne Gold 45/0,05 (Dentsply Sirona, Ballaigues, Switzerland), seccionados longitudinalmente e uma ranhura foi realizada no terço apical. Seis amostras serviram como controle negativo e as demais foram divididas em dois grupos principais ( $n = 36$ ). As ranhuras foram preenchidas com restos de dentina em 36 raízes. Os outros trinta e seis foram preenchidos com guta-percha e cimento endodôntico pela técnica híbrida Tagger. Cada grupo principal foi então dividido em três grupos ( $n = 12$ ) de acordo com o protocolo final de irrigação: EC (movimento reciprocante e rotatório), PUI, e XP

Clean. Na Easy Clean e PUI a ativação de NaOCl 2,5% foi realizado por 3 ciclos de 20 segundos e XP Clean por 1 minuto. Nos resultados obtidos os protocolos de irrigação foram mais efetivos na extrusão de debris do que na remoção de material obturador. Porém, não foi observada diferença significativa ( $p>0,05$ ) entre PUI, XP Clean e Easy Clean na extrusão de debris.

Takagi *et al.* (2021) comparou o efeito dos protocolos de irrigação PUI, XP-Endo Finisher e Easy Clean na extrusão apical do NaOCl em um modelo que simula dentes imaturos. Dez dentes bovinos foram mantidos em suspensão em um recipiente com a porção apical em contato com gel de 0,2% de agarose contendo 0,1% de roxo metacresol. Os canais foram irrigados com 2,5% de NaOCl, de acordo com cada protocolo de irrigação. Após 3 min, a extrusão apical de NaOCl foi observada pela mudança de gel de cor quando em contato com NaOCl. Os recipientes foram fotografados, e a área de extrusão de NaOCl foi medida. Todos os protocolos mostraram extrusão de NaOCl, fornecendo área semelhante ( $p>,05$ ). Considerando a semelhança entre os protocolos estudados, todos eles podem ser utilizados no tratamento endodôntico de dentes imaturos.

### **3 PROPOSIÇÃO**

O objetivo deste trabalho foi verificar, através de uma revisão de literatura, a contribuição dos métodos atuais de ativação do irrigante no desbridamento após o preparo do canal radicular.

## 4 DESENVOLVIMENTO E DISCUSSÃO

Um eficiente desbridamento químico após o preparo do canal radicular é essencial para o sucesso no tratamento endodôntico, pois com os túbulos dentinários desobstruídos, aumenta-se a penetração das substâncias como a solução irrigadora, medicação intracanal e cimento de obturação.

Para potencializar esta limpeza diferentes sistemas têm sido utilizados no protocolo final de irrigação para ativação/agitação do irrigante. A eficácia dessas técnicas tem sido observada e comparada em pesquisas por muitos autores nos últimos anos.

A busca pelos artigos científicos foi através do banco de dados do (PubMed, Google Acadêmico e SciELO). Total de trinta e três artigos científicos, foram selecionados sendo 27 para a revisão de literatura. Utilizando as seguintes palavras chaves em inglês: “debridement”, “endodontic irrigation”, “Passive Ultrasonic Irrigation”, “Easy Clean”, “XP-Endo Finisher” e “GentleWave System”. O período da pesquisa foi de 2016 a 2022, incluindo estudos *ex vivo* e *in vitro* e foram incluídos todos aqueles que discorriam de forma objetiva, contundente e relevante sobre o assunto.

Segundo Kato *et al.* (2016) a remoção de detritos dentinários do canal radicular após o protocolo final de irrigação foi mais eficaz no terço apical com o uso da EasyClean (EC) quando comparado com a irrigação ultrassônica passiva (PUI). Porém, em estudos posteriores foi observado não haver diferença significativa na remoção de debris, quando comparada as mesmas técnicas (Duque, 2017); (Cesario, 2018); (Silva, 2019). Duque *et al.* (2017) relata que este resultado pode ter ocorrido devido ao tipo de análise realizada, onde kato *et al.* (2016) avaliaram a limpeza de irregularidades nas paredes curvas do canal, enquanto em seu trabalho foi analisada apenas a limpeza no canal principal sem curvatura. Silva *et al.* (2019) relacionou esses resultados contraditórios com as diferenças na metodologia de cada estudo, sendo que kato *et al.* (2016) realizaram os preparos do canal até o tamanho #30, enquanto em seu estudo foi até o tamanho #40.

No estudo de Abdelhady *et al.* (2018) verificou-se que após a irrigação final os canais ativados com XP-Endo Finisher (XP-F) apresentaram maior porcentagem de túbulos dentinários abertos no terço apical ( $17,55 \pm 3,49$ ) do que PUI ( $12,66 \pm 3,60$ ), concluindo assim que o XP-F foi melhor significativamente ( $p < 0,05$ ) do que PUI para remoção de detritos dentinários, porém no trabalho de Xin *et al.*, (2019) onde foram comparadas as mesmas técnicas de irrigação, foi observado um resultado melhor de túbulos dentinários abertos após a agitação do irrigante com XP-F ( $79,70 \pm 12,92$ ) em relação ao PUI ( $73,20 \pm 33,11$ ), mas sem diferença significativa ( $p > 0,05$ ). Esses resultados podem ser devido à dificuldade do PUI vibrar livremente no terço apical devido ao estreitamento do canal. Por outro lado, o XP-F não depende de vibração e sim do contato com as paredes do canal podendo ir até o comprimento de trabalho.

Nos trabalhos de Leoni *et al.* (2016), Gawdat *et al.* (2017), De-Deus *et al.* (2018) e de Zhao *et al.* (2019), foram encontrados resultados semelhantes na eficiência de remoção de detritos dentinários após o preparo do canal radicular utilizando o XP-Endo Finisher (XP-F) e a irrigação ultrassônica passiva (PUI), no protocolo final de irrigação para agitar/ativar a solução irrigadora.

Ainda de acordo com Pereira *et al.* (2021) a remoção de detritos dentinários das paredes dos canais radiculares apresentou a mesma eficácia, quando comparados no mesmo estudo *in-vitro*, a irrigação ultrassônica passiva (PUI), Easy Clean (EC) e XP-Endo Finisher (XP-F).

Nascimento *et al.* (2021) avaliaram a ação do instrumento XP-Clean (MK Life, Porto Alegre, RS, Brasil) para remoção de debris do canal radicular e obteve resultados semelhantes aos de PUI e EC. Até onde se sabe, este é o primeiro estudo a comparar XP-Clean com PUI e EC em termos dessa variável; portanto, não há como discuti-lo direta ou comparativamente.

Dentre os trabalhos aqui levantados, apenas Abdelhady *et al.* (2018) ao avaliar a limpeza de canais radiculares pós-preparo, utilizou a estratégia de combinação entre os protocolos finais de irrigação XP-F e PUI, verificando assim, uma melhora significativa na limpeza quando comparada ao uso de um

único método de ativação. Para comparação da sequência de uso do XP-F e PUI, quando o XP-F foi usado primeiro, a porcentagem de túbulos dentinários abertos foi maior do que com a ativação com uso de PUI primeiro, mas essa diferença não foi significativa ( $p>0,05$ ).

Segundo Chan *et al.* (2019), a eficácia na remoção de detritos dentinários nos canais e istmos foi significativamente maior para GentleWave (96,4% e 97,9%, respectivamente) do que para CUI (80,0% e 88,9%, respectivamente) ( $p<0,05$ ). Enquanto a redução de detritos com PUI (91,2% e 93,5%, respectivamente) não difere significativamente da GW e da CUI ( $p>0,05$ ). Concluindo que o GW obteve maior eficácia na remoção de detritos dentinários em comparação com a CUI, mas não com PUI.

Na literatura consultada, o irrigante de NaOCl nas concentrações de 2% a 6%, concomitante ou não com EDTA 17%, foi o mais utilizado para avaliar o efeito do desbridamento com métodos atuais de agitação da solução irrigadora, após o preparo do canal radicular.

Entretanto, os autores Prado *et al.* (2017) e Machado *et al.* (2021) utilizaram apenas o agente quelante para suas avaliações. Prado *et al.* (2017) observou mais eficiência de limpeza nos canais radiculares pela ação da PUI em relação a Easy Clean (EC), Machado *et al.* (2021), ao comparar esses sistemas, acrescentando o instrumento XP-Endo Finisher, observou eficácia semelhante de limpeza entre os três sistemas. Importante ressaltar que no estudo de Prado *et al.* (2017), os preparos químico-mecânicos foram realizados utilizando um sistema rotatório K3 até uma lima de 25/0,06 em dentes anteriores uniradiculares com 1 mL de NaOCl 6% a cada troca de lima e apenas a solução quelante (QMix) foi ativada por 1 minuto nos respectivos grupos EC e PUI. No estudo de Machado *et al.*, 2021, os pré-molares inferiores foram instrumentados com o Sistema Reciproc até uma lima de tamanho 40/0,06 e irrigados com 2,5 mL de NaOCl 2,5%, e somente o EDTA 17% foi ativado por 9 ciclos de 20 segundos cada. A anatomia do canal radicular, o sistema de instrumentação, o tamanho do preparo apical e o método de irrigação desempenham papéis importantes na formação ou remoção da "Smear Layer".

A permeabilidade dentinária do NaOCl, sob ação dos métodos de agitação, foi analisada por diferentes autores. Em comparação realizada por Pacheco-Yanes *et al.* (2020), foi observado por microCT em molares inferiores preparados até #35/04 que a irrigação com XP-F penetrou mais túbulos dentinários do que com PUI, 73,8 % e 56,1%, respectivamente. No trabalho de Souza *et al.* (2019), utilizando dentes unirradiculares preparados até #40/06 e analisados em estereomicroscópio, a permeabilidade do irrigante foi semelhante entre PUI e EasyClean, 80 % e 90%, respectivamente. Vandrangi, 2016, observou por estereomicroscópio que o sistema GentleWave apresentou quatro vezes maior profundidade de penetração na região apical do que sistema ultrassônico PUI.

Outros autores avaliaram o efeito do desbridamento na remoção de biofilmes. Fernandes *et al.* (2020) e Nogueira *et al.* (2021) observaram em seus trabalhos uma redução similar de *Enterococcus faecalis* ao utilizar os sistemas de irrigação ultrassônica passiva (PUI) e Easy Clean (EC) no protocolo de irrigação final após instrumentação. Resultados semelhantes na remoção de biofilmes foram encontrados por Teves *et al.* (2021) e Herce-Ros *et al.* (2021) quando utilizaram PUI e XP-Endo Finisher (XP-F) na agitação da irrigação final.

No estudo realizado por Choi *et al.* (2019) o sistema GentleWave demonstrou uma redução significativamente maior no biofilme do canal radicular quando comparado ao PUI. Esse dado pode ser devido à maior permeabilidade do irrigante no sistema GentleWave como demonstrado por Vandrangi, 2016.

O efeito do desbridamento foi analisado por alguns autores correlacionando o tamanho apical no preparo do canal radicular e o protocolo final de irrigação. Lee *et al.* (2019), observaram que quando o irrigante era ativado por ultrassom, preparações menores resultaram em canais que eram tão limpos quanto preparações maiores. Esse resultado foi confirmado por Alcota *et al.* (2021). Em contrapartida, em estudo de Stringheta *et al.* (2021) não foi observada influência da instrumentação com protocolo de irrigação.

Um trabalho recente realizado por Takagi *et al.* (2021) comparou o efeito dos protocolos de irrigação PUI, XP-Endo Finisher e Easy Clean na extrusão apical do NaOCl e observou semelhança nos resultados, podendo ser todos utilizados no tratamento endodôntico de dentes imaturos.

Diante das conclusões dos trabalhos aqui demonstrados, foi observada uma dificuldade em compará-los, devido as diferenças nos desenhos metodológicos, incluindo o tipo de configuração do canal radicular, protocolo de preparo (tamanho apical e conicidade), solução irrigante (concentração, volume e taxa de fluxo), ultrassom (tipo de inserto, tempo de ativação e potência), porém, há um consenso quanto aos benefícios no desbridamento com uso da ativação do irrigante após o preparo do canal radicular.

Embora o desbridamento seja mais eficaz com o uso de métodos de ativação/agitação da solução irrigadora, nenhum até o presente momento foi capaz de tornar os canais radiculares completamente livres de detritos dentinários. Justificando assim, a necessidade de contínuo estudo para desenvolvimento de novos instrumentos e protocolos ou a combinação entre eles, a fim de otimizar e aprimorar a limpeza dos complexos canais radiculares, bem como avaliações de sua eficiência clínica.

## 5 CONCLUSÃO

Pelos dados analisados na presente revisão de literatura, conclui-se que o efeito do desbridamento quanto à remoção de *smear layer* e redução de biofilme foi intensificado ao utilizar diferentes sistemas de agitação no protocolo final de irrigação após o preparo do canal radicular, sendo todos mais eficientes do que a irrigação convencional, principalmente no terço apical do canal radicular.

## REFERÊNCIAS

ABDELHADY, Y.; REFAI, A.; SHARAAN, M. Cleanliness of combining XP-endo Finisher file and passive ultrasonic irrigation: an SEM study. **End Pract Today**, v.12, n.4, p.257-264, 2018.

ALCOTA, M.; OSORIO, J.; DÍAZ, C.; ORTEGA-PINTO, A.; PEÑAFIEL, C.; RIVERA, J.C.; SALAZAR, D.; MANRIQUEZ, G.; GONZÁLEZ, F.E. Effect of the passive ultrasonic irrigation and the apical diameter size on the debridement efficacy of infected root canals: a multivariate statistical assessment of histological data. **Appl Sci**, v.11, n.16, p.7495-7506, 2021.

BOUTSIOUKIS, C.; ARIAS-MOLIZ, M.T. Irrigating Solutions, Devices, and Techniques. In: Josette Camilleri, **Endodontic Materials in Clinical Practice**, cap.5, p.133-180, 2021.

CESARIO, F.; DUARTE, M.A.H.; DUQUE, J.A.; ALCALDE, M.P.; DE ANDRADE, F.B.; SO, M.V.R.; VASCONCELOS, B.C.; VIVAN, R.R. Comparisons by microcomputed tomography of the efficiency of different irrigation techniques for removing dentinal debris from artificial grooves. **J Conserv Dent**, v.21, n.4, p.383-387, 2018.

CHAN, R., VERSIANI, M.A., FRIEDMAN, S., MALKHASSIAN, G., SOUSA-NETO, M.D., LEONI, G.B., SILVA-SOUZA, Y.T.C.; BASRANI, B. Efficacy of 3 supplementary irrigation protocols in the removal of hard tissue debris from the mesial root canal system of mandibular molars. **J Endod**, v.45, n.7, p.923-929, 2019.

CHOI, H.W.; PARK, S.Y.; KANG, M.K.; SHON, W.J. Comparative analysis of biofilm removal efficacy by multisonic ultracleaning system and passive ultrasonic activation. **Materials**, v.12, n.21, p.3492-3503, 2019.

DE-DEUS, G.; BELLADONNA, F.G.; ZUOLO, A.S.; PEREZ, R., CARVALHO, M.S.; SOUZA, E.M.; LOPES, R.T.; SILVA, E.J.N.L. Micro-CT comparison of XP-endo Finisher and passive ultrasonic irrigation as final irrigation protocols on the removal of accumulated hard-tissue debris from oval shaped-canals. **Clin Oral Investig**, v.23, n.7, p.3087-3093, 2019.

DIOGUARDI, M.; DI GIOIA, G.; ILLUZZI, G.; LANEVE, E.; COCCO, A.; TROIANO, G. Endodontic irrigants: Different methods to improve efficacy and related problems. **Europ J Dent**, v.12, n.3, p.459-466, 2018.

DUQUE, J.A.; DUARTE, M.A.H.; CANALI, L.C.F.; ZANCAN, R.F.; VIVAN, R.R.; BERNARDES, R.A.; BRAMANTE, C.M. Comparative effectiveness of new mechanical irrigant agitating devices for debris removal from the canal and isthmus of mesial roots of mandibular molars. **J Endod**, v.43, n.2, p. 326-331, 2017.

FERNANDES, K.G.C.; DA SILVA, B.B.; BOER, N.C.; MANDARINI, D.R.;

MORETI, L.C.T.; KATO, A.S.; BUENO, C.E.S.; LIMOREIRO, A.G.S.; PINHEIRO, S.L.; MARTIN, A.S.; FONTANA, C.E. The Effectiveness of Three Irrigation Systems in the *Enterococcus faecalis* Reduction after Instrumentation with a Reciprocating Instrument. **Europ J Dent**, v.14, n.4, p.539-543, 2020.

GAWDAT, S.I.; EL-ASFOURI, H.S. Efficacy of XP-endo Finisher, passive ultrasonic irrigation, vibringe and conventional syringe irrigation on debris removal in oval root canals: a comparative study. **Egyp Dental J**, v.63, p.1903-1911, 2017.

HERCE-ROS, N.; ÁLVAREZ-SAGÜES, A.; ÁLVAREZ-LOSA, L.; NISTAL-VILLAN, E.; AMADOR, U.; PRESA, J.; AZABAL, M. Antibacterial ability of sodium hypochlorite activated with PUI vs. XPF File against Bacteria growth on *Enterococcus faecalis* mature biofilm. **Dent J**, v.9, n.6, 67-75, 2021.

KATO, A.S.; CUNHA, R.S.; BUENO, C.E.S.; PELEGRINE, R.A., FONTANA, C.E., DE MARTIN, A.S. Investigation of the efficacy of passive ultrasonic irrigation versus irrigation with reciprocating activation: an environmental scanning electron microscopic study. **J Endod**, v.42, n.4, 659-663, 2016.

LEE, O.Y.S.; KHAN, K.; LI, K.Y.; SHETTY, H.; ABIAD, R.S.; CHEUNG, G.S.P.; NEELAKANTAN, P. Influence of apical preparation size and irrigation technique on root canal debridement: a histological analysis of round and oval root canals. **Int Endod J**, v.52, n.9, 1366-1376, 2019.

LEONI, G.B.; VERSIANI, M.A.; SILVA-SOUSA, Y.T.; BRUNIERA, J.F.B.; PÉCORA, J.D., SOUSA-NETO, M.D. Ex vivo evaluation of four final irrigation protocols on the removal of hard-tissue debris from the mesial root canal system of mandibular first molars. **Int Endod J**, v.50, n.4, p.398-406, 2017.

MACHADO, R.; DA SILVA, I.; COMPARIN, D., DE MATTOS; B.A.M., ALBERTON, L.R., NETO, U.X.S. Smear layer removal by passive ultrasonic irrigation and 2 new mechanical methods for activation of the chelating solution. **Restor Dent Endod**, v.46, n.1, p. 1-11, 2021.

NASCIMENTO, A.L.; MENDES, A.T.; TIETZ, L.; SILVA, P.B.; DUARTE, P.H.M.; DA ROSA, R.A.; VILLA, N.; SÓ, M.V.R. Effectiveness of three final irrigation protocols for debris and filling removal from simulated irregularities. **Dent Press Endod**, v.10, n.3, p. 69-74, 2020.

NOGUEIRA, L.S.; AMARAL, G.; SILVA, E.J.N.L.; TINOCO, J.M.M.; ALVES, F.R.F.; SASSONE, L.M. Bacterial reduction in oval-shaped root canals after different irrigant agitation methods. **Europ Endod J**, v.6, n.1, p. 110-115, 2021.

PACHECO-YANES, J.; PROVENZANO, J.C.; MARCELIANO-ALVES, M.F.; GAZZANEO, I.; PÉREZ, A.R.; GONÇALVES, L.S.; SIQUEIRA, J.F. Distribution of sodium hypochlorite throughout the mesial root canal system of mandibular molars after adjunctive irrigant activation procedures: a micro-computed tomographic study. **Clin Oral Investig**, v.24, n.2, p. 907-914, 2020.

PEREIRA, É.C.; BUENO, C.E.S.; KATO, A.S.; FONTANA, C.E.; STRINGHETA, C.P.; PELEGRINE, R.A. Irrigant agitation techniques versus passive ultrasonic irrigation for removing debris from curved root canals: an environmental scanning electron microscopic study. **Iran Endod J**, v.16, n.1, p. 26-32, 2021.

PETERS, O.A.; SCHÖNENBERGER, K.; LAIB, A. Effects of four Ni–Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. **Int Endod J**, v.34, n.3, p. 221-230, 2021.

PRADO, M.C.; LEAL, F.; SIMÃO, R.A.; GUSMAN, H.; DO PRADO, M. The use of auxiliary devices during irrigation to increase the cleaning ability of a chelating agent. **Restor Dent Endod**, v.42, n.2, p.105-110, 2017.

SILVA, E.J.N.L.; CARVALHO, C.R.; BELLADONNA, F.G.; PRADO, M.C.; LOPES, R.T.; DE-DEUS, G.; MOREIRA, E.J.L. Micro-CT evaluation of different final irrigation protocols on the removal of hard-tissue debris from isthmus-containing mesial root of mandibular molars. **Clin Oral Investig**, v.23, n.2, p.681-687, 2019.

STRINGHETA, C.P.; PELEGRINE, R.A.; MONTALLI, V.A.M.; GUTMANN, J.L.; BUENO, C.E.S. Influência do tamanho da preparação apical e protocolo final de irrigação no desbridamento de canais radiculares ovais. **Braz Dent J**, v.32, n.6, p.16-27, 2022.

SOUZA, C.C.; BUENO, C.E.S.; KATO, A.S.; LIMOEIRO, A.G.; FONTANA, C.E.; PELEGRINE, R.A. Efficacy of passive ultrasonic irrigation, continuous ultrasonic irrigation versus irrigation with reciprocating activation device in penetration into main and simulated lateral canals. **J Conserv Dent**, v.22, n.2, p.155-159, 2019.

TAKAGI, B. A. R.; KOPPER, P. M. P.; LUZ, L.; LUISI, S. B.; SCARPARO, R. K. Apical extrusion of sodium hypochlorite in immature teeth: comparison of three different cleaning protocols. **Aust Endod J**, doi: 10.1111/aej. Epub ahead of print, 12574, 2021.

TEVES, A.; BLANCO, D.; CASARETTO, M.; TORRES, J.; ALVARADO, D.E.; COAGUILA-LLERENA, H.; FARIA, G.; JARAMILLO, D.E. Multispecies biofilm removal by XP-endo Finisher and passive ultrasonic irrigation: A scanning electron microscopy study. **Aust Endod J**, doi: 10.1111/aej.12549 Epub ahead of print, 2021.

TOPBAS, C., ADIGUZEL, O. Endodontic irrigation solutions: a review. **Int Dent Res**, v.7, n.3, p.54-61, 2017.

VAN DER SLUIS, L.W.M., VERSLUIS, M., WU, M.K., WESSELINK, P.R. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. **Int Endod J**, v.40, n.6, p. 415-426, 2007.

VANDRANGI, P. Evaluating penetration depth of treatment fluids into dentinal tubules using the GentleWave system. **Dentistry**, v.6, n.3, 2016.

WONG, J.; MANOIL, D.; NÄSMAN, P.; BELIBASAKIS, G. N.; NEELAKANTAN, P. Microbiological aspects of root canal infections and disinfection strategies: an update review on the current knowledge and challenges. **Front Oral Health**, v.2, 2021.

Xin, Y.; Yang, J.; Song, K. Y. In vitro evaluation of the effectiveness of XP-endo Finisher file on smear layer removal after root canal instrumentation. **J Stomatol**, v.37, n.1, p.48-52, 2019.

Zhao, Y.; Fan, W.; Xu, T.; Tay, F. R.; Gutmann, J. L.; Fan, B. Evaluation of several instrumentation techniques and irrigation methods on the percentage of untouched canal wall and accumulated dentine debris in C-shaped canal. **Int Endod J**, v.52, n.9, p.1354-1365, 2019.